Tome 37, nº 1. — Mars 1930.

Ueber den Fressmechanismus und den chemischen Sinn einiger Netzspinnen.

von

M. BARTELS

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Bern.)

Mit 11 Textfiguren und 2 Tabellen.

INHALTSUEBERSICHT.

EINLEITUNG.

Die Beobachtungen und Experimente an Netzspinnen, die im folgenden geschildert werden sollen, wurden ebenso wie meine an anderer Stelle veröffentlichten Untersuchungen über die Orientierung im Netz und über Ortsgedächtnis bei *Agelena labyrinthica* (Bartels 1929) im Zoologischen Institut der Universität Bern ausgeführt.

Bei den Experimenten über den chemischen Sinn handelte es sich zunächst darum, die von Baltzer (1923, S. 169 ff.) an der Kreuzspinne angestellten Versuche weiterzuführen. Ausserdem sollte versucht werden, den Sitz der Chemorezeptoren zu ermitteln. Während der Besitz eines Schmeckvermögens bei *Agelena* und bei *Tegenaria domestica* und *derhami* nachgewiesen werden konnte, gelang es nicht, die Rezeptoren des Geschmackssinnes aufzufinden.

Biologische Beobachtungen, die bei den Experimenten über den chemischen Sinn gemacht wurden, führten zu einigen Versuchen mit Verfütterung von Coccinellen, die in einem besonderen Abschnitt dargestellt werden sollen.

Bei der Suche nach den Geschmacksorganen stiess ich auf einige Besonderheiten im Bau des Gaumendaches, die in ihrem Zusammenhang mit dem Fressmechanismus näher verfolgt werden konnten, und zusammen mit einigen Beobachtungen über den Fressakt im ersten Abschnitt dieser Arbeit geschildert sind.

Herrn Prof. Baltzer bin ich für die mannigfache Unterstützung, die er mir bei meinen Untersuchungen hat zuteil werden lassen, zu grossem Dank verpflichtet.

I. UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN FRESSMECHANISMUS VON *TEGENARIA DOMESTICA* (Cl.) UND EINIGER ANDERER NETZSPINNEN.

A. Beobachtungen über den Fressakt von *Tegenaria domestica* (Cl.).

Dass die Spinnen ihre Beute „aussaugen“ ist seit langem bekannt. Nähere Angaben über die Art und Weise wie dieses “Saug-

geschäft“ vor sich geht sind aber bisher nur wenige gemacht worden. Die ausführlichste (mir bekannte) Beschreibung des Fressaktes der Spinnen hat BERTKAU (1885, S. 442) gegeben. Er sagt: „Die Spinne nimmt nur flüssige Nahrungsstoffe auf, indem sie mittels des Sekretes ihrer Drüsen die Muskeln usw. ihrer Opfer auflöst. ... Beschleunigt wird die Auflösung der festen Nahrungsstoffe durch die rein mechanische quetschende und zerrende Tätigkeit der Mundteile. Durch diese werden die von der Spinne gefangenen Insekten in eine breiige Masse verwandelt, welche aufgesogen wird, wobei nur die Chitinteile zurückbleiben. Beim Sauggeschäft wirkt als der wichtigste Teil der Saugmagen. Auch die Mundhöhle ist durch die Bewegungen der Maxillen, durch die Kontraktion der an die Gaumenplatte sich inserierenden Muskeln einer Volumveränderung fähig, die beim Vorgang der Nahrungsaufnahme auch wohl zur Verwendung kommt. Auf die hierdurch und zum Teil auch nur durch die Kapillarität in die Mundhöhle aufgestiegene Flüssigkeit wirkt nun der Saugmagen während seiner Erweiterung als Saugpumpe.“

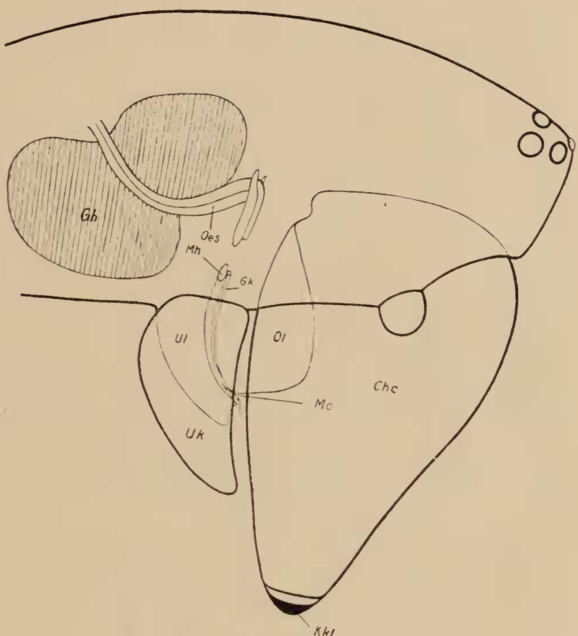


ABB. 1.
Tegenaria larva Sim. (♀ erwachsen).
Seitenansicht des vorderen Teiles des Cephalothorax, durchsichtig gedacht. Die innere Anatomie nach Schnitten kombiniert, etwas schematisch. Chc = Chelicere, Kkl = Kieferklaue, Uk = Unterkiefer, Ul = Unterlippe, Ol = Oberlippe, Mö = Mundöffnung, Mh = Mundhöhle (der Uebersichtlichkeit wegen stark verkürzt gezeichnet), Gk = Gaumenkanal, Oes = Oesophagus, Gh = Gehirn. Vergrösserung ca. 17-fach, zum Teil mit Zeichenapp.

Zum besseren Verständnis des Fressmechanismus sei nachfolgend die Morphologie der Mundteile kurz geschildert. Die Mundgliedmassen der Spinnen setzen sich aus zwei paarigen und zwei unpaaren Teilen zusammen. Zu ersteren gehören die Oberkiefer oder Cheliceren (Abb. 1 und 2, Chc) und die unmittelbar hinter diesen gelegenen Unterkiefer (Abb. 1, Uk). Zwischen den Unterkiefern liegt die Unterlippe (Abb. 1, Ul). Frontal von der Unterlippe befindet sich, von den übrigen Mundteilen verdeckt, die Oberlippe (Abb. 1 und 2, Ol). Zwischen Ober- und Unterlippe ist die spaltförmige Mundöffnung (Abb. 1 und 2, Mö) gelegen. Hinter der Mundöffnung steigt die Mundhöhle (Abb. 1 und 2, Mh), die sehr flach ist, nach hinten auf, um sich alsbald nach vorn und oben umzubiegen. Der Oesophagus (Abb. 1, Oes) setzt in scharfem Winkel an der Mundhöhle an, indem sein vorderer Teil jäh nach hinten und unten abfällt. In seinem weiteren Verlauf biegt er sich dann wieder aufwärts, dabei das Gehirn (Abb. 1,Gh) durch bohrend. Wie er schliesslich in den „Saugmagen" übergeht und wie der übrige Teil des Darmkanals gestaltet ist, lese man bei BERTKAU (1885, S. 398 ff.) nach, der auch alle die oben erwähnten Verhältnisse sehr ausführlich beschrieben hat [1].

Das Verdauungssekret wird von zwei Unterkieferdrüsen geliefert, die auf der Innenseite der Kiefer jeweilen mit einem Porenfeld nach aussen münden und die man als „Speicheldrüsen" bezeichnet hat. Ob auch die Drüse der Oberlippe Verdauungssekret liefert, ist nicht sicher bekannt.

Der zitierten Darstellung BERTKAUS kann ich auf Grund meiner Beobachtungen an *Tegenaria* [2] über die Sekretabgabe und das „Saugen" folgendes hinzufügen: Auf das Hervorquellen des Verdauungssekrets folgt eine Pause, in der die Spinne die Beute mit den Kiefern bearbeitet oder keine sichtbare Bewegung macht. Die Bedeutung dieser Pause ist wohl die, dass sie dem Sekret Zeit lassen soll, um einwirken zu können. Dann setzen Pumpbewegungen ein, schwach anklingend, allmählig heftiger werdend und schwach wieder ausklingend. Die Dauer dieses Pumpens

[1] BERTKAU legte seinen Untersuchungen einen Verwandten der Vogelspinnen (*Atypus piceus*) zugrunde, doch unterscheiden sich die erwähnten allgemeinen Verhältnisse bei den übrigen echten Spinnen nicht wesentlich von denjenigen bei *Atypus*.

[2] Ueber die Haltung der Tiere vergl. M. BARTELS, a. a. O., S. 530 ff.

betrug in dem von mir angestellten speziellen Versuch 60 bis 125 Sekunden. Der Rhythmus der Pumpbewegungen scheint während des ganzen Pumpvorgangs ungefähr von gleicher Frequenz zu sein. Eine Zählung ergab 50 Pumpbewegungen in 20 Sekunden. (Es wurden 4 Zählungen vorgenommen, alle während des heftigen Pumpens, jedesmal mit genau demselben Resultat.) Sofort nach Beendigung des Pumpaktes lässt die Spinne unter leichter Spreizung der Unterkiefer einen neuen Flüssigkeitsstrom hervorquellen u. s. f. Ob es sich dabei jedesmal um neue Flüssigkeit handelt, oder ob die Spinne den aufgenommenen Saft zum Teil wieder erbricht, muss dahingestellt bleiben. Mit Rücksicht auf die in kurzer Zeit sehr oft wiederholte unverminderte Sekretabgabe, halte ich es für wahrscheinlich, dass dasselbe Sekret mehrmals benützt wird. In diesem Falle käme dann sehr wahrscheinlich der untere Teil des Schlundeingangs in Tätigkeit (siehe S. 18) und auch die Funktion der Rinne der unteren Gaumenplatte wäre dann verständlich: sie würde der aus dem Oesophagus hervorquellenden Flüssigkeit als Gleitrinne dienen.

Die Einzelheiten der geschilderten Beobachtungen ergeben sich aus dem folgenden

Versuch.

Methodik: Mittels einer angebundenen und verankerten Fliege wird die Spinne (*Teg. domestica* ♀, tasterlos [1]) gezwungen, den Fressakt an einer Stelle ablaufen zu lassen, wo sie der Beobachtung gut zugänglich ist. Sie sitzt etwa 10 cm vom Schlupfwinkel entfernt draussen im Netz, dicht hinter der Glasscheibe die die Vorderwand des Kastens bildet. Eine elektrische Lampe macht die Fresswerkzeuge gut sichtbar. Die Beobachtung erfolgt mit Hülfe eines Arm-Binokulars. Die im Versuch registrierten Einzelheiten über Zeitpunkt der Sekretabgabe, Dauer der Ruhepause und Dauer des Pumpaktes sind aus der hierunter wieder-

[1] Die Taster waren in Zusammenhang mit Experimenten über Geschmack und Geruch amputiert worden. Eine solche tasterlose Spinne eignet sich besser als normale Tiere zu Beobachtungen über den Fressakt, da die Taster die Mundteile zum Teil verdecken.

gegebenen tabellarischen Uebersicht der Beobachtungen ersichtlich.

15. x. 1926. (Die Spinne hat schon ca. 5 Minuten gesogen, als mit der Beobachtung angefangen wird.)

Sekretabgabe	Pause in Sekunden	Pumpakt Dauer in Sekunden	Ende des Pumpaktes
15 h. 43^{30}	25	50	15 h. 44^{45}
44^{45}	30	50	46^{05}
46^{05}	25	60	47^{30}
47^{30}	20	50	48^{40}
48^{40}	20	60	50^{00}
50^{00}	20	50	51^{10}
51^{10}	20	60	52^{30}
52^{30}	15	65	53^{50}
53^{50}	20	70	55^{20}
55^{20}	20	70	56^{50}
56^{50}	20	80	58^{30}
58^{30}	20	80	16 h. 00^{10}
16 h. 00^{10}	20	80	01^{50}
01^{50}	20	95	03^{45}
03^{45}	20	90	05^{35}
05^{35}	25	100	07^{40}
07^{40}	20	(08^{00}, Sp. fängt an zu pumpen)	
(Zwischen 16 h. 08 und 16 h. 14^{30} wird die Sp. nicht beobachtet.)			
16 h. 14^{30}	20	140	16 h. 17^{10}
17^{10}	20	155	20^{05}
20^{05}	25	160	23^{10}
23^{10}	20	170	26^{20}
26^{20}	20	180	29^{40}
29^{40}	15	185	33^{00}
33^{00}	25	175	36^{20}

(Es wird nun wieder eine Pause in der Beobachtung eingeschaltet. Als gegen 17 h. kontrolliert wird, hat die Spinne ihre Stellung geändert, die genaue Beobachtung des Fressaktes ist jetzt nicht mehr möglich. Um 18 h. saugt die Spinne immer noch in der gleichen, für die Beobachtung ungünstigen Stellung. Das Tier wird nicht länger unter Kontrolle gehalten.)

Aus dem dargestellten Versuch geht hervor, dass die Dauer der Ruhepause während des ganzen beobachteten Teiles des Fressaktes um den gleichen Mittelwert schwankte. Der Pumpakt dagegen nahm beständig an Dauer zu.

B. Ueber den Bau und die Funktion der oberen Gaumenplatte.

Die Mundhöhle der Spinnen wird begrenzt von zwei starken Chitinplatten, deren Seitenränder durch eine gelenkige Haut miteinander in Verbindung stehen. Diese Platten, die man als obere und untere Gaumenplatte (Abb. 2, oGp u. uGp) bezeichnet hat, sind von länglich ovaler Gestalt, nach vorn zu verschmälert und hinten fast gerade abgeschnitten. Nur von der oberen Gaumenplatte (siehe Abb. 3) soll in dieser Arbeit die Rede sein. Ueber ihren Bau und ihre Funktion habe ich einige Untersuchungen angestellt, die im folgenden besprochen werden sollen.

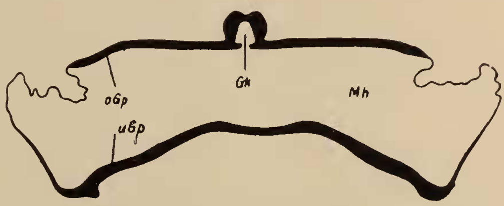


Abb. 2.
Tegenaria domestica (Cl.) (unerwachsen).
Die Mundhöhle im Querschnitt. oGp = obere Gaumenplatte, uGp = untere Gaumenplatte; für die übrigen Bezeichnungen siehe Abb. 1. Vergrösserung ca. 100-fach, mit Zeichenapp.

a) *Die Morphologie der oberen Gaumenplatte.*

1. *Der Gaumenkanal.*

Das Gaumendach der Spinnen ist in der Mitte der Länge nach von einer Rinne durchzogen, die nach Bertkau bei *Atypus* vorn in ganzer Breite, in seinem hinteren Teile dagegen nur noch durch einen Längsspalt mit der Mundhöhle kommuniziert [1]. Wie der genannte Autor ferner ausführt, bildet diese Furche in ihrer Fort-

[1] Bertkaus Beschreibung lautet wie folgt: „Die obere Gaumenplatte ist der Länge nach von einer stark verhornten Doppelleiste durchzogen, die eine Furche zwischen sich aufnimmt. Ungefähr in der Mitte der Länge gabelt sich jeder Zweig der Doppelleiste; die inneren Gabeläste treten nahe zusammen und die Furche zwischen ihnen wird nach jeder Richtung hin geräumiger, auf diese Weise ein im Querschnitt fast kreisrundes Rohr bildend, das an seiner Unterseite durch einen Längsspalt mit der übrigen Mundhöhle kommuniziert."

setzung den oberen Teil des Oesophagus. Bei den von mir untersuchten Arten[1] bildet der Gaumenkanal eine tiefe Rinne, im hinteren Teil mit ovalem, weiter vorn mit rundem Querschnitt

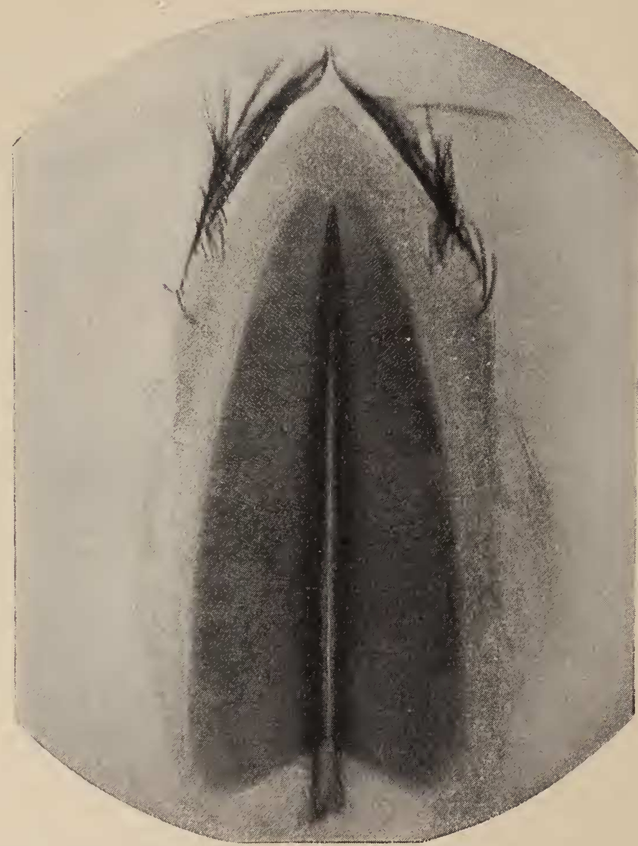


Abb. 3.
Tegenaria larva Sim. (♀ erwachsen).
Totalpräparat der oberen Gaumenplatte. In der Mitte zwischen den beiden breiten dunklen Bändern liegt der Gaumenkanal (siehe S. 7). Vergrösserung ca. 50-fach. Mikrophotogramm.

(vgl. Abb. 4). Seine starke Chitinwandung verdünnt sich in seinem hinteren Teile in der Mitte der Sohle und so entsteht ein Gebilde, das in seinem Aussehen an ein Scharniergelenk erinnert. Nach

[1] *Araneus diadematus*, *Agelena labyrinthica*, *Tegenaria domestica* und *larva.*

vorn zu verschwindet dieses „Gelenk“. Die Totalpräparate, die ich von den Gaumenplatten der erwähnten Netzspinnen anfertigte, zeigen alle den Gaumenkanal g e s c h l o s s e n [1]. Seine Ränder stossen auf der ganzen Länge zusammen, und verschliessen so den Gaumenkanal gegen die Mundhöhle zu. Ob die Spinne die Fähigkeit besitzt, den Kanal durch Auseinanderweichenlassen seiner Ränder

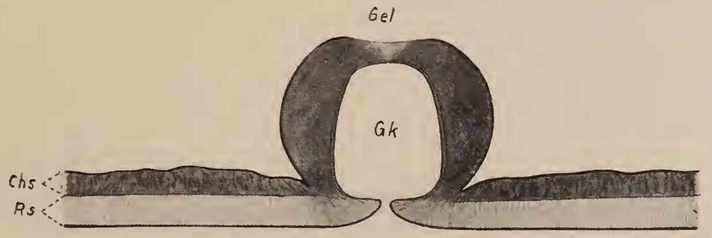


Abb. 4.

Tegenaria domestica (Cl.) (unerwachsen).

Querschnitt durch den hinteren Teil der oberen Gaumenplatte mit dem Gaumenkanal. Gel = “Gelenk“, Gk = Gaumenkanal, Rs = Rinnenschicht, Chs = Chitinschicht der Platte (siehe S. 11). Vergrösserung ca. 400-fach.

gegen die übrige Mundhöhle zu zu öffnen, bleibt eine unbeantwortete Frage [2]. Jedenfalls aber berechtigt der Ausfall der im folgenden zu schildernden Experimente zu der Annahme, dass die Ränder des Gaumenkanals wenigstens während des Trinkaktes aneinanderstossen. Das Lumen des Gaumenkanals bleibt aber trotzdem mit der Mundhöhle dauernd in offener Verbindung. Unter starker Vergrösserung bemerkt man nämlich jederseits der Berührungslinie der Kanalränder eine dieser parallel verlaufende Reihe kleinster

[1] Meine Schnittserien dagegen zeigen den Gaumenkanal teils mit auseinander klaffenden Rändern (vgl. Abb. 2 u. 4).

Anm. bei der Korrektur. Nach Beobachtungen von Herrn cand. W. Zimmermann, der meine Untersuchungen weiterführt, dürfte dieser Unterschied darauf zurückzuführen sein, dass ich zu meinen Schnittserien fast nur frisch gehäutete, zu den Totalpräparaten dagegen stets hartpanzerige Tiere verwendete. Die Untersuchungen von Herrn Zimmermann — dem ich für die Erlaubnis, seine Beobachtungen an dieser Stelle anzuführen, meinen besten Dank ausspreche — machen es wahrscheinlich, dass die Kanalränder bei frisch gehäuteten Spinnen nicht aneinanderstossen.

[2] Dahl spricht zwar (Arch. f. Mikroskop. Anat. 24, p. 8) von der „röhrenförmig verschliessbaren Saugrinne“, erwähnt aber weder die Spinnenarten, noch die Untersuchungen, worauf sich seine Angaben gründen.

Oeffnungen (Abb. 5). Diese sind von länglich ovaler Gestalt, stehen quer zur „Mittellinie", sind in Grösse etwas variabel und sind gegen das Rinnenlumen hin trichterartig verbreitert. Dort wo sie in der Rinne münden, sind sie am breitesten und messen hier bei erwachsenen *Tegenaria larva*-Weibchen durchschnittlich ca. 1.5 × 15 μ. Es befindet sich je eine Oeffnung zwischen den Enden je zweier der bis zur Mittellinie über den Kanal hinweg sich fortsetzenden Querleisten des Gaumendaches. (Ueber die Querleisten siehe unten.)

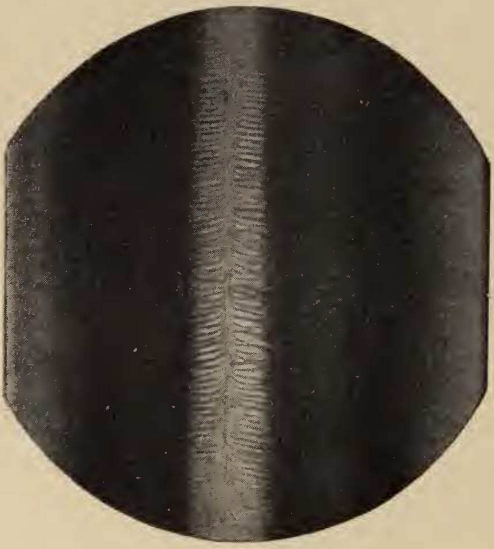


Abb. 5.
Tegenaria domestica (Cl.).
Teilansicht der medianen Partie der oberen Gaumenplatte, von der Mundhöhle aus; Einstellung etwas unter der Oberfläche. In der Mitte zwischen den beiden breiten dunklen Bändern sind die aneinanderstossenden Ränder des Gaumenkanals mit den Poren zu sehen. Vergrösserung ca. 350-fach. Mikrophotogramm.

Dass es sich dabei tatsächlich um Löcher handelt, die von der Mundhöhle in den Gaumenkanal führen, und nicht etwa um geschlossene Vertiefungen im Chitin, blieb zunächst infolge ihrer ausserordentlichen Feinheit unsicher. Auf experimentellem Wege gelang es, den Beweis für die Durchgängigkeit zu erbringen.

2. *Die Querrinnen des Gaumendaches.*

Bertkau sagt, dass das Gaumendach bei *Atypus* „in dem mittleren Theile eine regelmässige sechseckige Felderung, hervorgerufen durch hervortretende Leisten, erkennen lässt"; und weiter: „Nach dem Aussenrande der Platte hin strecken sich die erwähnten Sechsecke mehr und mehr in die Quere, und endlich verbinden sich die Querleisten nicht mehr miteinander, sondern theilen sich, schwächer und schwächer werdend, nur noch dichotomisch".

Bei den von mir untersuchten Arten ist die Platte auf der der Mundhöhle zugekehrten Seite von zahlreichen, parallelen und durch schmale Leisten von einander getrennten Querrinnen (Abb. 6 u. 9) durchzogen, die sich von den Seitenrändern der Platte bis nahe vor die Ränder des Gaumenkanals erstrecken. Sie werden von einem ziemlich komplizierten System von einzelnen Kammern gebildet, deren genauerer Bau nicht näher untersucht wurde. Unter dieser „Rinnenschicht" (Rs in den Abb. 4, 10 u. 11) der oberen Gaumenplatte befindet sich eine kompakte Chitinschicht (Abb. 4, 10 u. 11, Chs).

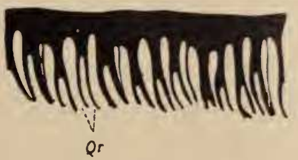


ABB. 6.
Tegenaria domestica (Cl.) (unerwachsen).
Längsschnitt durch die obere Gaumenplatte [die Querrinnen (Qr) sind quer getroffen]. Vergrösserung ca. 1600-fach, mit Zeichenapp.

b) *Experimente.*

Da der Gaumenkanal in seiner Fortsetzung den dorsalen Teil der Speiseröhre bildet, war zu erwarten, dass die flüssige Nahrung, wenigstens zum Teil, aus der Mundhöhle in den Gaumenkanal und durch diesen in den Schlund gerate. Der Gaumenkanal ist denn auch schon von DAHL als „Saugrinne" bezeichnet worden (vgl. die Fussnote auf S. 9). Auf Grund meiner Gaumenplatten-Totalpräparate, in denen, wie bereits erwähnt, der Gaumenkanal immer gegen die Mundhöhle zu geschlossen war, erschien es aber möglich, dass dieser Kanal auch während des Pumpens geschlossen ist. Nun sahen aber die Ränder des Gaumenkanals bei starker Vergrösserung wie durchlöchert aus und somit würde, falls es sich tatsächlich um kleine Oeffnungen handelte, die Nährflüssigkeit durch diese Löcherchen wie durch einen Seihapparat in den (sonst geschlossenen) Gaumenkanal gelangen können. Auf Vorschlag von Herrn Prof. BALTZER untersuchte ich diese Frage dadurch, dass ich die Spinnen eine Tusche- oder Karminsuspension aufnehmen liess. Wenn die Gaumenplattenrinne als Sieb funktionierte, müssten bei der Aufnahme einer solchen Suspension die festen Partikelchen in der Mundhöhle zurückbleiben.

M e t h o d i k : Die Spinnen nehmen, nachdem sie einige Tage

an einem trockenen Ort ohne Nahrung gehalten worden sind, gern Wasser auf. Da nun das Trinken und die Aufnahme der Nährflüssigkeit sehr wahrscheinlich in vollkommen identischer Weise verlaufen, so machte ich mir das Trinken der Tiere zunutze. Man braucht nur ein oder zweimal einen Tropfen der Versuchsflüssigkeit mit Hülfe einer Pipette äusserst vorsichtig zwischen den Mandibeln der ruhig dasitzenden Spinne abzusetzen und diese fängt sofort an zu pumpen. Hat das Versuchstier die gewünschte Menge Flüssigkeit aufgenommen, so wird es möglichst rasch getötet, entweder durch Chloroformdämpfe oder durch einen Stich mit einer feinen Nadel ins Gehirn. Die Präparation der Tiere wurde von mir immer sofort nach der Tötung vorgenommen. Es geschieht dies am zweckmässigsten wie folgt. Der Cephalothorax der Spinne wird, nachdem die Beine (bis auf die Koxen) entfernt worden sind, mit Hülfe von einigen Stecknadeln, die durch die Koxen geführt werden, mit dem Sternum nach unten auf dem Wachs eines Wachsbeckens fixiert. Dann wird Wasser aufgeschüttet und unter dem Binokular das Aufpräparieren vorgenommen. Zunächst wird mit Hülfe eines feinen Skalpells oder einer feinen Schere — am besten eine Pinzettenschere — ein Schnitt der Grenze zwischen Kopf- und Bruststück des Cephalothorax entlang geführt, worauf der Kopfteil leicht abgehoben werden kann. Wünscht man auch die im Bruststück des Cephalothorax gelegenen Blindschläuche des vorderen Darmabschnittes zu untersuchen, so wird die Cephalothoraxdecke längs ihrem Rande aufgeschnitten, in der Mitte vom Entoskelett losgelöst und dann abgehoben. Die Blindschläuche werden nach Entfernung der sie bedeckenden Muskulatur sichtbar. Das Herauspräparieren der Gaumenplatte geschieht, indem man den bereits in der oben beschriebenen Weise behandelten Cephalothorax zunächst umkehrt, d. h. jetzt mit der Rückenseite nach unten auf dem Wachs fixiert. Dann werden die beiden Unterkiefer mittels einer feinen Schere entfernt und die Mundhöhle seitlich aufgeschnitten. Danach kann die jetzt freiliegende Platte leicht herauspräpariert werden. Die genauere Untersuchung der Platte (die bei erwachsenen *Tegenaria larva*-Weibchen nur ca. 1½ mm lang und ¾ mm breit ist) geschieht unter dem Mikroskop (mit Oelimmersion !), nachdem das Objekt in Alkohol fixiert und in Kanadabalsam eingeschlossen worden ist.

Als Versuchsflüssigkeiten kamen Suspensionen von Tusche und

von Karmin in Wasser zur Verwendung. Um die Flüssigkeit in dem Darm leicht nachweisen zu können, wurde sie mit Neutralrot schwach gefärbt. Es erwies sich eine äusserst feine Suspension mit einem wesentlich unter 1 μ bleibenden Körnerdurchmesser am günstigsten; waren die Teilchen gröber, so wurde der Zweck des Versuchs nicht erreicht, aus welchem Grunde wird später ausgeführt werden.

Versuch 1. 4. VI. 1927. *Tegenaria domestica.* Neutralrot-Tusche-Suspension. — Mit Hilfe einer Pipette wird ein Tropfen Flüssigkeit mit Mandibeln und Tastern der Spinne in Berührung gebracht und gleichzeitig auf dem Boden des Glasbehälters abgesetzt; die Spinne fängt gleich zu trinken an. Nach 6 Minuten hat sie den Tropfen aufgetrunken. Unmittelbar darauf wird sie durch Stich ins Gehirn getötet und dann unter Wasser in der beschriebenen Weise aufpräpariert. Resultat: der Mitteldarm und seine Blindsäcke sind deutlich rot gefärbt (normalerweise zeigen diese Teile eine weisse Farbe). Darmteile werden auf einem Objektträger in Wasser ausgedrückt und dann unter dem Mikroskop untersucht; es sind keine Tuscheteile in dem Darminhalt auffindbar. Untersuchung der Gaumenplatte: Das Totalpräparat zeigt die Rinne geschlossen. In vielen der mutmasslichen Löcher und nur hier können Tuscheanhäufungen festgestellt werden, in dem Kanal selbst sind keine Tuscheteilchen auffindbar.

Versuch 2. 17. VI. 1927. *Tegenaria larva.* Wasser-Tusche-Suspension. — Mit Hülfe einer Pipette wird ein Tropfen Flüssigkeit an den Mundteilen der Spinne abgesetzt; das Tier fängt sofort zu pumpen an und trinkt 5 Minuten; gleich darauf bekommt es einen zweiten Tropfen und trinkt weitere 4 Minuten. Dann wird es getötet und aufpräpariert. Resultat: der Darminhalt wird unter dem Mikroskop untersucht, es können keine Tusche-Partikelchen in ihm festgestellt werden. Die Gaumenplatte zeigt den Kanal geschlossen. Im Lumen des hinteren Teiles der Rinne ist eine nach hinten gerichtete schlierenförmige Tuscheanhäufung [1]

[1] Diese Zusammenballungen entstehen sehr wahrscheinlich, indem die festen Teilchen (die bedeutend kleiner sind als die beschriebenen Oeffnungen) durch klebrigen Speichel zusammengehalten werden. Namentlich auch die schlierenartigen Gebilde sprechen für diese Vermutung.

zu sehen, die sich durch einige der mutmasslichen Löcher bis auf die Oberfläche der Platte in die Mundhöhle hinein und über die Rillen des Gaumendaches fortsetzt (Abb. 7, 8 u. 9). Im übrigen sind keine Tuscheteilchen auffindbar, weder in dem Gaumenkanal, noch an andern Stellen der Gaumenplatte.

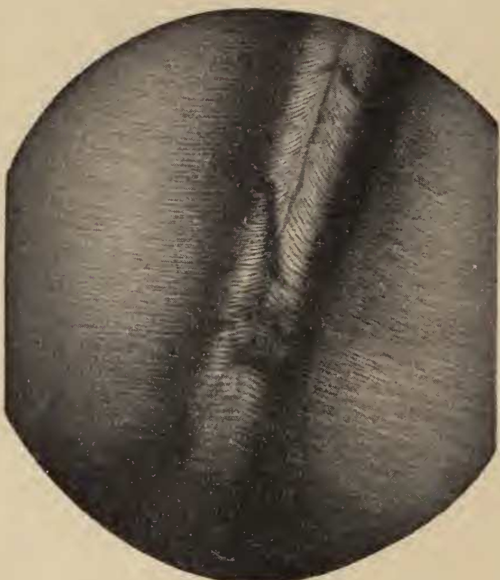


Abb. 7.
Tegenaria larva Sim.
Teilansicht der medianen Partie der oberen Gaumenplatte, von der Mundhöhle aus. In der Mitte der Seihapparat mit einer zu dem Gaumenkanal führenden Schliere aus Tuschekörnern. Einstellung auf die Oberfläche; der tiefer, das heisst im Gaumenkanal gelegene Teil der Tuscheschliere ist nur verschwommen sichtbar. Vergrösserung ca. 270-fach. Mikrophotogramm.

V e r s u c h 3. 18. VI 1927. *Tegenaria domestica*. Tuschesuspension in Wasser. — Ein Tropfen der Flüssigkeit wird mit Hülfe einer Pipette mit einem Taster der Spinne in Berührung gebracht und gleichzeitig auf dem Boden der Schale abgesetzt. Die Spinne taucht die Mundteile sofort ein und trinkt ununterbrochen 14 Minuten lang (bis vom Tropfen nichts mehr übrig ist); dann wird sie mit Chloroform getötet und gleich aufpräpariert. R e s u l t a t : Die beiden vorderen Blindsäcke des v o r d e r e n D a r m a b s c h n i t t e s sind durch aufgenommene feinste Tuscheteilchen deutlich dunkel gefärbt. Die Mundhöhle enthält in ihrem vorderen Teile eine Menge Tuschekörner, hinten ist sie jedoch fast ganztuschefrei. Die Gaumenplatte sieht ganz schwarz aus. Die Querrinnen sind mit Tuschekörnern angefüllt (vgl. Abb. 10 u. 11) und das gleiche gilt für die „Löcher". An vielen Stellen ist ein Zusammenhang zwischen den Körneranhäufungen in den Querrinnen mit denjenigen in den Oeffnungen des Kanalbodens feststellbar.



ABB. 8.
Das gleiche Objekt wie in Abb. 7, bei tieferer Einstellung.

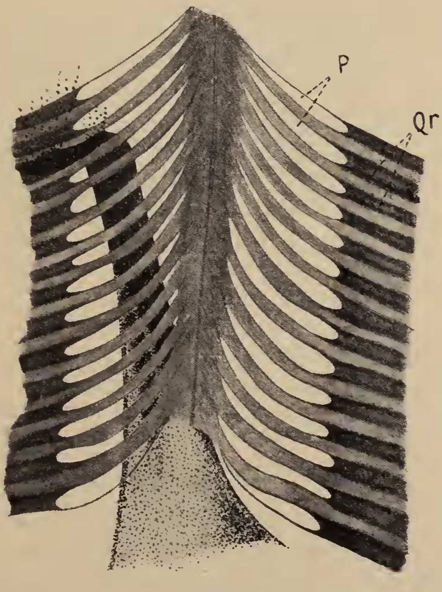


ABB. 9.
Teil des gleichen Objektes wie in den Abb. 7 und 8 dargestellt. Ausser der Schliere ziemlich schematisch. Qr = Querrinnen, P = Poren. Vergrösserung ca. 1100-fach, mit Zeichenapp.

Eine Anzahl weiterer Versuche, teils mit Tusche, teils mit Karminsuspensionen, lieferte das gleiche Resultat.

In mehreren Fällen wurde festgestellt, dass sich der grösste Teil der Tusche- oder Karminkörner zwischen den Borsten von Unter-

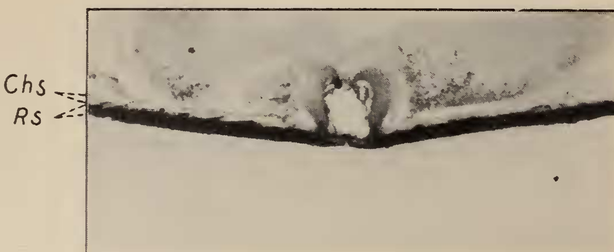


Abb. 10.

Tegenaria domestica (Cl.).

Querschnitt durch die obere Gaumenplatte nach Aufnahme von Tuschesuspension. Die Rinnenschicht (Rs) der Platte ist durch die in den Querrinnen sich befindende Tusche ganz dunkel gefärbt. Chs = Chitinschicht. Vergrösserung ca. 160-fach. Mikrophotogramm.



Abb. 11.

Tegenaria domestica (Cl.).

Längsschnitt durch die obere Gaumenplatte nach Aufnahme von Tuschesuspension. Das Präparat zeigt die quergetroffenen, ganz mit Tusche angefüllten Querrinnen. Rs = Rinnenschicht, Chs = Chitinschicht. Vergrösserung ca. 650-fach. Mikrophotogramm.

kiefern und Unterlippe zusammengeballt hatte. Dies war namentlich der Fall mit den gröberen Körnern und deshalb schlugen Versuche mit grobkörnigen Suspensionen immer fehl, die meisten Körner blieben zwischen den Borsten hängen und gerieten so über-

haupt nicht in die Mundhöhle hinein. Diese Seihwirkung der Lippen- und Unterkieferborsten blieb bisher unerkannt.

Das Ergebnis der geschilderten Versuche lehrt:

1. Dass die Flüssigkeit wirklich in den Mitteldarm aufgenommen und nicht etwa in der Mundhöhle zurückgeblieben war (Rotfärbung der Darmblindschläuche durch Neutralrot);
2. Dass höchstens ganz feine Tuschepartikelchen in den Darm gelangen können;
3. Dass eine Strömung von der Mundhöhle in den Gaumenkanal stattgefunden haben muss (Tusche in dem Lumen des Kanals, Vers. 2);
4. Dass die vermuteten Löcher in der Tat Oeffnungen sind (Zusammenhang zwischen den Tuscheanhäufungen im Lumen des Gaumenkanals mit solchen an der Oberfläche des Gaumendaches) und als Seihapparat funktioniert haben, der das Eintreten gröberer Körner aus der Mundhöhle in den Kanal verhinderte (Zusammenballungen in den Löchern);
5. Dass während des Pumpaktes zwischen den Rändern des Gaumenkanals kein offener Spalt vorhanden war, denn: wäre ein solcher vorhanden und sehr fein gewesen, so hätte sich auch hier, wie in den Löcherchen, Tusche ansammeln müssen. Dies war aber nicht der Fall. Und wäre er breiter gewesen, dann hätte mehr Tusche in den Gaumenkanal (und in die Blindsäcke des Darmes) gelangen müssen, als tatsächlich festgestellt werden konnte. Dahingestellt bleibt die Frage, ob die Spinne die Fähigkeit besitzt, die Kanalränder auseinander weichen zu lassen;
6. Dass der untere Teil des Schlundeingangs während des Trinkens geschlossen war (aus denselben Gründen wie unter 5 ausgeführt)[1] und dass also die Flüssigkeit nur durch den Gaumenkanal in den Oesophagus geraten sein muss;
7. Dass ein grosser Teil der Körner, namentlich die gröberen, überhaupt nicht in die Mundhöhle gelangt, sondern zwischen den Borsten der Unterlippe und der Unterkiefer hängen bleibt.

[1] Die Frage nach der Funktion dieses unteren Teiles des Schlundeingangs ist noch ungelöst (vgl. S. 5).

c) *Versuch einer Deutung der Funktion des Gaumenkanals und der Querrinnen des Gaumendaches während des Fressaktes.*

Wir haben gesehen, dass bei der Aufnahme einer feste Partikelchen enthaltenden Flüssigkeit diese ausschliesslich durch den Gaumenkanal in den Schlund gelangt. So viele feste Teilchen wie die zu den Experimenten verwendete Flüssigkeit enthielt, wird die Spinne im Freileben niemals in dem von ihr getrunkenen Wasser vorfinden. In der Freiheit trinkt sie vermutlich das durch den Tau oder durch den Regen auf das Netzgewebe geratene Wasser. Und es liegt auf der Hand, dass dieses Wasser durch Staub und andere feste Teilchen verunreinigt sein kann. Auf Grund dieser Ueberlegung glaube ich annehmen zu dürfen, dass die Versuchsflüssigkeit von der Spinne als adaequat empfunden wurde, sie also auf vollkommen „natürliche“ Weise trank.

Ferner zeigte uns das Experiment, dass die Spinne in dem Boden des Gaumendaches einen Seihapparat besitzt, der die in der Versuchsflüssigkeit enthaltenen festen Partikelchen zum grössten Teile in der Mundhöhle zurückbehielt. Dass diese Dinge bei der Aufnahme einer feste Teilchen enthaltenden natürlichen Trinkflüssigkeit nicht anders liegen werden, bedarf wohl nicht der näheren Begründung.

Man darf vermuten, dass die Aufnahme der Nahrung in gleicher Weise bewerkstelligt wird, wie das Trinken. Dafür sprechen eine Reihe von Tatsachen. Erstens weist die Nährlösung eine dünnflüssige Konsistenz auf. Ich konnte einmal eine *Agelena* unter äusserst günstigen Umständen (unter dem Binokular) beim Fressakt beobachten. Die Spinne, die damit beschäftigt war die Brustmuskulatur einer grossen Fliege aufzulösen, wurde nämlich derart von einem günstig einfallenden Sonnenstrahl beleuchtet, dass sich der Fressakt in einer Weise verfolgen liess, wie man es sich deutlicher kaum wünschen konnte. Dabei konnte ich sehen, dass die Spinne den abgesonderten Speichel ebenso dünnflüssig und glashell wieder aufpumpte, wie er hervorgequollen war. Ferner sind die Pumpbewegungen während des Fressaktes (unter dem Binokular beobachtet) nicht verschieden von dem Pumpen beim Trinken. Inwiefern die Nahrungsflüssigkeit auch feste

Partikelchen in Form von Chitinstückchen oder vielleicht auch kleinen Fleischfetzchen enthält, vermag ich nicht zu sagen. Jedenfalls aber ist es wahrscheinlich, dass grössere solche Teilchen überhaupt nicht in die Mundhöhle hineingelangen, da die Mundöffnung während des Pumpens durch die Borsten der Unterkieferspitzen wie durch eine dichte Reuse verdeckt wird.

Ueber die mutmassliche Funktion der Querrinnen lässt sich folgendes sagen. Wie bereits erwähnt wurde, endigt jede Furche gegen den betreffenden Rand des Gaumenkanals hin in einer der Oeffnungen des Seihapparates und somit erscheint es naheliegend, hier an ein System von Zuleitungskanälen zu den beschriebenen Löchern zu denken. Für die Richtigkeit dieser Ueberlegung spricht namentlich der Umstand, dass bei einigen meiner Tusche-Präparaten Tuscheanhäufungen festgestellt werden konnten, die sich den Furchen entlang bis in die Löcher ohne Unterbrechung fortsetzten (vgl. Versuch 3). Im übrigen hatten die einzelnen Rinnen gleichsam als Absatzkammern funktioniert: viele von ihnen waren bis zur Oberfläche mit Tuschekörnerchen angefüllt. Dies wiederum lässt es möglich erscheinen, dass beim Fressakt kleine Fleischfetzen in den Querrinnen hängen bleiben und hier dann während des weiteren Verlaufes des Fressvorgangs weiter aufgelöst werden.

II. EXPERIMENTE ÜBER DEN CHEMISCHEN SINN VON *TEGENARIA DOMESTICA* (Cl.) UND *AGELENA LABYRINTHICA* (Cl.).

Versuche und Schlussfolgerungen früherer Autoren.

Mit dem chemischen Sinn der Spinnen haben sich schon mehrere Autoren (Dahl, Nagel, Peckhams, Rabaud, Baltzer, Meyer) befasst, aber ohne dass bisher ein einigermassen befriedigendes Ergebnis erzielt worden wäre. Die Experimente aller dieser Autoren haben dies gemeinsam, dass sie im Grunde über das Stadium der Vorversuche nicht hinausgekommen sind. Es wird durch sie zwar

das Vorhandensein eines Geschmackvermögens und der Besitz von Riechvermögen für gewisse starkwirkende flüchtige Stoffe (Nelkenöl, Terpentin, Ammoniak u. a.) wahrscheinlich gemacht; aber nähere, auf hinreichende Versuchsserien fussende Angaben über die Qualität und die Bedeutung dieser Sinnesleistungen im Leben der Spinne stehen noch aus. Es kann daher nicht wundernehmen, dass wir auch über die Perzeptionsorgane der chemischen Sinne nur sehr dürftig unterrichtet sind. Was wir über sie auszusagen vermögen, sind nicht mehr als Mutmassungen, die sich dazu noch bei den einzelnen Autoren mehr oder minder stark widersprechen.

Das oben über die bisher gemachten Untersuchungen gesagte gilt auch für die von mir selbst angestellten Versuche. Wenn ich sie trotzdem hier veröffentliche, so geschieht dies, weil sie zu etwas genaueren Resultaten führten und weil die Methodik in einigen Punkten etwas verbessert wurde, sodass die gemachten Erfahrungen vielleicht künftigen Untersuchern von Nutzen sein können.

Rabaud, und nach ihm Baltzer, haben einen Versuch angestellt, der es wahrscheinlich macht, dass die Spinnen (*Argiope brünnichi* und *Araneus diadematus*) Schmeckvermögen besitzen. Die genannten Autoren warfen ihren Versuchstieren Papierschnitzel ins Netz, die das eine Mal rein, das andere Mal aber mit Fliegenfleisch beschmiert waren. Im ersten Fall wurden die Papierschnitzel abgelehnt, die Fliegenfleischpapierchen dagegen wurden angenommen und längere Zeit (in Baltzers Versuchen bis 1¼ Stunde lang) mit den Mundwerkzeugen bearbeitet. Ablehnung oder Annahme erfolgten immer nach vorherigem B e i s s e n der Schnitzelchen. Es liegt nahe, zu vermuten, dass die Spinnen die beiden Objekte nach ihren chemischen Eigenschaften von einander unterschieden, und so die Schnitzelchen im einen Fall als „wertlos", im andern Fall aber als „brauchbar" erkannten. Als ein B e w e i s für ein Schmeckvermögen kann der Versuch aber nicht gelten, denn Fliegenfleisch ist nicht geruchlos und so könnte es sich ebensogut um eine G e r u c h s l e i s t u n g handeln. Ausserdem erscheint es nicht ausgeschlossen, dass die Spinne die Papierschnitzelchen in den beiden Fällen mit Hülfe des Tastsinnes unterscheiden kann. Baltzer ging bei seinen Experimenten noch einen Schritt weiter als Rabaud. Er bot seinen Kreuzspinnen auch Papierschnitzel, die statt mit Fliegenfleisch mit Rindfleisch präpariert

worden waren und fand, dass diese von den Tieren weniger regelmässig angenommen wurden, wie die Fliegenfleischpräparate. Dieses Resultat ist insofern von Interesse, als in diesem Fall die Unterscheidung der beiden Atrappen mit Hülfe des Tastsinnes nicht mehr gut möglich erscheint. Wir dürfen aber trotzdem diesen Einwand (vgl. Köhler, S. 440) auch hier nicht unberücksichtigt lassen, da sich die beiden Fleischsorten nach ihrer Konsistenz von einander unterscheiden. Aus Fütterungsversuchen an *Dolomedes fimbriatus* (Cl.), nach denen verschiedene Fleischsorten, hart gekochte und frische Eier und andere Nahrungsmittel von der Spinne angenommen, vorher in Formol getauchtes Fleisch und in Petroleum getauchte Fliegen aber abgelehnt wurden, zieht Bonnet den Schluss, dass die Spinnen einen Geschmackssinn besitzen. Da aber alle die von dem genannten Autor verwendeten Stoffe auch bestimmte Geruchsqualitäten besitzen, ist mit diesen Versuchen der Nachweis eines Schmeckvermögens nicht geliefert.

Es ist durch die Versuche von Rabaud und Baltzer wahrscheinlich gemacht worden, dass die Spinne durch den Biss über die chemische Natur des gebissenen Objekts aufgeklärt wird. Meyer glaubt dies mit folgendem Versuch bewiesen zu haben. Er warf einer Kreuzspinne eine kleine Papierkugel ins Netz und veranlasste das Tier zum Einspinnen dieser Atrappe, indem er eine Stimmgabel von 435 Schwingungen an die Papierkugel hielt. Nach dem Einspinnen erfolgte mehrmaliges Beissen der eingesponnenen Kugel, die dann von der Spinne aus dem Netz entfernt wurde. Nach Meyer geht hieraus „klar hervor, dass ein chemischer Sinn und keinesfalls der Tastsinn die Ursache für das Herauswerfen der umsponnenen Papierkugel gewesen ist“ (S. 48). Mir scheint dieser Schluss nicht bindend zu sein. Denn es ist möglich, dass die Spinne das Kügelchen deshalb ablehnte, weil das Papier ihren Klauen beim Biss einen ungewohnten, atypischen Widerstand entgegensetzte.

Aus Versuchen von Pritelett (cit. n. Meyer), Dahl und den Peckhams geht hervor, dass gewisse Spinnen starke Riechstoffe in einiger Entfernung wahrnehmen, und es ist somit wahrscheinlich, dass sie für diese Stoffe Riechvermögen besitzen. Als sicherer Beweis für Geruchsempfindung können diese Versuche deshalb nicht gelten, weil die Reaktion der Spinne bei

solchen stark wirkenden Stoffen auch durch andere als chemische Reize hervorgerufen worden sein kann. Experimente mit Fliegen, die in stark duftenden Riechstoffen getränkt worden waren und dann von den Spinnen erst nach erfolgtem Biss abgelehnt wurden (Dahl, Meyer), sagen über die Frage nach den Geruchsleistungen der Versuchstiere natürlich nichts aus. Denn es kann sich dabei ebensogut um Geschmack oder auch um eine Schmerzempfindung gehandelt haben. Hingegen machen diese Versuche es wahrscheinlich, dass Geruchsreize beim Beutefang keine grosse Rolle spielen. Die von Baltzer und Meyer zitierte Angabe, dass Wanzen wegen ihres starken Riechens verschmäht würden, scheint mir der Nachprüfung zu bedürfen. Einige wenige Versuche, die ich an *Argiope brünnichi* und *Araneus diadematus* anstellte, zeigten mir, dass stark riechende Wanzen keineswegs immer verschmäht werden. Es wäre näher zu untersuchen, ob in den Fällen wo die Wanzen abgelehnt werden, nicht auch Geschmackseindrücke und vor allem der Tastsinn beteiligt sein können (vgl. meine Versuche mit *Coccinella*, S. 36).

Meyer (S. 44) glaubt dem Geruchssinn für das Sichfinden der Geschlechter eine grosse Bedeutung beimessen zu müssen. So kommt er zu der Annahme, dass die Männchen der Netzspinnen *Steatoda bipunctata* und *Araneus diadematus* durch chemische Reize, die sie von dem Gewebe der erwachsenen Weibchen erhalten, in geschlechtliche Aufregung versetzt werden. Da aber in den beiden von Meyer angeführten Fällen die Erregung bei den Männchen sich einstellte, nachdem sie das weibliche Gewebe berührt hatten, kommt mir vor, dass der Gedanke an eine Beteiligung von Tastreizen hier nicht ohne weiteres von der Hand gewiesen werden kann.

Nach Meyer sollen auch von einer weiblichen Exuvie chemische Reize ausgehen, die das Männchen in sexuelle Erregung versetzen können. Ein *Clubiona*-Männchen, das er in ein Glas setzte in dem sich eine frische weibliche Exuvie befand, betastete dieselbe und versuchte sogar sie zu besteigen. Nach Meyer geht aus dieser Beobachtung „zweifellos hervor, dass die Exuvie des reifen Weibchens chemische Eigenschaften besitzt, die die entsprechenden Sinnesorgane des Männchens reizen“. Es scheint mir aber auch in diesem Fall nicht ausgeschlossen, dass das Verhalten des Männchens durch Tasteindrücke bedingt war. Jedenfalls

scheinen mir zur näheren Begründung von MEYERS Hypothese weitere Versuche unerlässlich [1].

EIGENE VERSUCHE.

A. VERSUCHE MIT HOLUNDERMARKKÜGELCHEN, DIE MIT EINER FLÜSSIGKEIT DURCHTRÄNKT WORDEN SIND.

Methodik. Die von BALTZER zu seinen Versuchen über den chemischen Sinn verwendeten Atrappen unterschieden sich, wie oben näher ausgeführt wurde, nicht nur nach ihren chemischen Qualitäten, sondern auch tastlich und nach ihrer Konsistenz und somit war nicht klar, ob sie von den Versuchstieren nach ihren chemischen oder nach andern Eigenschaften unterschieden wurden. Ich stellte nun zunächst eine Reihe von Versuchen an, die in ähnlicher Richtung gehen wie diejenigen BALTZERS, jedoch eine etwas genauere Deutung zulassen als diese. Es wurden zu diesen Versuchen Holundermarkkügelchen von 3-4 mm Durchmesser verwendet, die mit bestimmten, chemisch verschiedenen Flüssigkeiten durchtränkt worden waren. Die so behandelten, nassen Kügelchen, wurden an irgend einer Stelle auf das Netz gelegt und dann die Spinne mit Hülfe einer lebenden, schwirrenden Fliege, oder auch durch vorsichtiges Zupfen am Kügelchen oder an dem Netz herbeigelockt.

Es wurde so gelockt, dass die Spinne das Kügelchen entweder

[1] In diesem Zusammenhang mag folgende Beobachtung erwähnt sein: Ich bot einmal einem erwachsenen aber noch nicht befruchteten Weibchen von *Agelena labyrinthica*, dessen Augen zwecks Versuche über den Gesichtssinn mit Spirituslack überklebt worden waren, ein frisches, eben getötetes Weibchen von *Tegenaria derhami*. Als ich die tote Spinne mit Hülfe einer Pinzette vorsichtig mit den Vorderbeinen der *Agelena*, die auf einem unregelmässigen, von ihr gesponnenen Gespinst sass, in Berührung brachte, fing diese sofort an, mit den Beinen eigentümliche rhythmische Bewegungen auszuführen, indem sie die Beine alle gleichzeitig an den Körper anzog, um sie dann gleich wieder langsam zu strecken. Ich wiederholte den Versuch mehrmals hinter einander, immer mit dem gleichen Resultat. Meine Vermutung, dass in diesem merkwürdigen Manöver eine geschlechtliche Erregung des Weibchens zum Ausdruck kam, fand ich durch die Angabe FABRES (S. 144-145) bestätigt, nach der eine weibliche *Araneus angulatus* (beim Paarungsspiel im Freien) auf eine Berührung durch das Männchen hin mit ganz ähnlichen Bewegungen reagierte. Da es sich in meinem Versuch um eine ganz andere Spinnenart und um ein Tier gleichen Geschlechts handelte. ist die Erregung der *Agelena* sehr wahrscheinlich nicht durch art- und geschlechtsspezifische chemische Reize hervorgerufen worden.

sogleich erreichte oder zunächst nur bis in seine Nähe kam um hier einige Zeit sitzen zu bleiben und das Kügelchen dann erst beim Weiterlaufen zu finden. Die Spinnen bleiben nämlich, wie bereits an anderer Stelle [1] ausgeführt wurde, in der Regel bewegungslos auf dem Gewebe sitzen, sobald die Erschütterungen, die sie zum Herauslaufen veranlassten, aufhören. Wiederholt sich der Reiz auch nach längerem Warten der Spinne nicht mehr, so läuft diese tastend langsam vorwärts, um den verdächtigen Netzbereich abzusuchen. Hat die Spinne das Kügelchen erreicht, so wird es entweder sofort gebissen, oder die Spinne presst die Cheliceren und Maxillen an es an [2], um es dann erst zu beissen. In den Fällen wo die Spinne beim Herausgelocktwerden sofort auf das Kügelchen stiess, wurde dies öfter wie im anderen Fall sogleich gebissen.

Als Versuchsflüssigkeiten kamen destilliertes Wasser und Leitungswasser und Bouillon von frischem Fliegenfleisch zur Verwendung. Zur Herstellung dieser Bouillon wurden zwei oder eine grosse Fliege mit ein wenig destilliertem Wasser in einem kleinen Mörser oder in einer dazu geeigneten Glasschale gehörig zerquetscht und dann die Flüssigkeit von den zurückbleibenden Chitinteilen und Fleischfetzen nach Möglichkeit gesäubert, aber, da die Flüssigkeitsmenge zu gering war, nicht filtriert. Mit Hülfe einer feinen Pinzette wurden dann die Kügelchen in die Flüssigkeit getaucht und gleich darauf nass auf das Netzgewebe gelegt.

a) *Versuche mit in destilliertem Wasser und in Leitungswasser getränkten Kügelchen.*

Beispiel. Sp. Nr. I. 24. v. 1926.

9 h. 22 wird ein in aq. dest. getränktes Holundermarkkügelchen ins Netz geworfen und die Spinne durch Zupfen an dem Netzgewebe in der Nähe des Kügelchens herbeigelockt. Sie kommt bis zur Atrappe und presst sofort (nachdem sie sie mit den Tastern berührt hat ?) die Cheliceren und Maxillen an, bis 9 h. 27. Dann beisst sie zu, nur eine Klaue dringt nach einigen Fehlversuchen

[1] Vgl. Zeitschr. f. vergl. Physiol. 10, S. 538.
[2] Vielleicht wurde bei diesem Anpressen der Mundteile an die nassen Kügelchen von der Spinne Flüssigkeit aufgenommen. Es wurde diese Frage nicht näher untersucht.

zum Beissen (nur mit der Spitze) in das Kügelchen ein. Gleich darauf macht die Spinne wieder einige vergebliche Beissversuche; dann dringt wieder eine Klaue, auch diesmal nur mit der Spitze, in das Kügelchen ein, um gleich wieder zurückgezogen zu werden. Die Spinne hält jetzt wieder die Cheliceren und Maxillen an das Kügelchen gepresst, bis 9 h. 29. Dann verlässt die Spinne die Atrappe und sucht tastend ihre Umgebung ab, kehrt gleich wieder zu ihr zurück und presst abermals die Mundwerkzeuge an, sucht dann wieder die Umgebung ab und kehrt wieder zu ihr zurück, u.s.f. Im ganzen lässt die Spinne das Kügelchen 6 Mal liegen und kehrt 6 Mal zu ihm zurück. Das erste Mal verlässt sie das Kügelchen bis auf 1-2 cm, das letzte Mal bis auf 4-5 cm. 9 h. 31 kehrt die Spinne direkt von dem Kügelchen, das sie im Netz liegen lässt, zum Schlupfwinkel zurück.

Es wurden im ganzen, an 4 verschiedenen Spinnen, 15 Versuche durchgeführt und zwar mit folgendem Ausfall.

Das Versuchstier Nr. I (4 Vers., aq. dest.) entfernte sich nach dem Biss, der in einem Fall sofort und in den übrigen Fällen erst nach längerer (1½-5 Minuten) Berührung des Kügelchens mit den Cheliceren und Maxillen erfolgt, von der Atrappe um ihre Umgebung abzusuchen, dann wieder zu ihr zurückzukehren und sie wieder zu beissen oder auch nur die Mandibeln und Maxillen an sie anzupressen, u. s. f. Die Spinne entfernt sich, um jedesmal wieder zu ihm zurückzukehren, bis zu 7 Mal von dem Kügelchen, bevor sie zum Schlupfwinkel zurückkehrt.

Das Versuchstier Nr. II (1 Vers., aq. dest.) beisst in dem einzigen an ihm durchgeführten Versuch sofort und entfernt sich dann vom Kügelchen um seine Umgebung abzusuchen, dann wieder zu ihm zurückzukehren, u.s.f. Im ganzen entfernt sie sich 13 Mal von der Atrappe und kehrt ebenso viele Mal zu ihr zurück.

Die Spinne Nr. III (9 Vers., Leitungswasser) trägt das Kügelchen in einem Fall (es handelte sich um den ersten Versuch mit diesem Versuchstier überhaupt) nach dem Biss, der sofort erfolgt, zum Schlupfwinkel, wo sie es dann 12 Minuten lang bearbeitet. In einem zweiten Fall beisst sie (sofort) 1 ½ Minuten lang, in den übrigen Fällen berührt sie das Kügelchen nur ganz flüchtig mit den Mandibeln und Maxillen (wahrscheinlich auch mit den Tastern) und kehrt darauf zum Schlupfwinkel zurück, ohne das Kügelchen weiter zu beachten.

Die Spinne Nr. IV (1 Vers., Leitungswasser) beisst 5 Mal hintereinander, ohne sich zwischen je zwei Bissen vom Kügelchen zu entfernen und kehrt dann zum Schlupfwinkel zurück. Sie lässt das Kügelchen im Netz liegen.

Resultat. In 14 Fällen war die Reaktion völlig negativ, die Spinne liess das Kügelchen im Netz liegen, nachdem sie es sofort gebissen (8 Fälle), oder erst mit den Mundteilen berührt und dann gebissen (3 Fälle) oder es überhaupt mit den Mundteilen nur berührt hatte (7 Fälle). Nur in einem Fall trug sie das Kügelchen zum Schlupfwinkel, wo sie es dann 12 Minuten lang mit den Mundwerkzeugen bearbeitete. Das Kügelchen wurde hier zweifellos zwecks Wasseraufnahme angenommen und ich möchte vermuten, dass auch das Anpressen der Mundteile an die feuchten Kügelchen mit Wasseraufnahme verbunden war. (Nähere Beobachtungen hierüber wurden nicht angestellt.)

b) *Versuche mit in Fliegenbouillon getränkten Kügelchen.*

Beispiel. Sp. Nr. I. 22. v. 1926.

9 h. 36 wird ein in Fliegenbouillon getränktes Holundermarkkügelchen ins Netz geworfen und die Spinne mit einer lebenden Fliege herbeigelockt. Sie presst die Mandibeln (und wahrscheinlich auch die Maxillen) an das Kügelchen an, bis 9 h. 47. Dann beisst sie und hält das Kügelchen mit den Klauen fest, bis 9 h. 49. Jetzt zieht sie die Klauen zurück, beisst aber sogleich wieder zu, nimmt das Kügelchen vom Gewebe auf und trägt es zum Schlupfwinkel. 9 h. 52 fängt die Spinne an, das Kügelchen, das sie zwischen den Klauen hält, mit den Klauen zu bearbeiten und an ihm zu saugen. 10 h. 38 läuft die Spinne mit ihrer „Beute" ins Innere des Schlupfwinkels hinein und entzieht sich so der weiteren Beobachtung. 10 h. 41 lässt die Spinne das Kügelchen auf den Boden des Käfigs fallen.

Es wurden im ganzen, an 3 verschiedenen Tieren, 10 Versuche angestellt, die wie folgt verliefen.

Spinne Nr. I. 7 Versuche. In 6 Fällen wurde das Kügelchen zum Schlupfwinkel getragen und hier ausgesogen. Der Biss erfolgte in 3 Fällen sofort, in den 3 übrigen Fällen erst nach längerer Berührung der Atrappe mit den Mandibeln und Maxillen (4, 4 und 11 Minuten).

In einem Fall wurde das Kügelchen gleich nach dem Zupacken, in den übrigen Versuchen erst nach 2-4 ½ Minuten und in 3 Fällen nach mehrmaligem Beissen zum Schlupfwinkel getragen. In einem von den 6 Fällen behandelte die Spinne das Kügelchen zunächst wie ein in aq. dest. getränktes Kügelchen, indem sie sich einige Male (bis auf 1-2 cm) von ihm entfernte, um jedesmal wieder zu ihm zurückzukehren. Die Bearbeitung der Kügelchen im Schlupfwinkel nahm in 4 Fällen 7, 26, 49 und 53 Minuten in Anspruch.

In dem siebenten Versuch, in dem die Bouillon dünner war, wie in den 6 übrigen Versuchen, wurde das Kügelchen n i c h t zum Schlupfwinkel getragen und genau so behandelt wie ein in aq. dest. getränktes Kügelchen.

Die Spinne Nr. II bleibt in dem einzigen an ihr durchgeführten Versuch nach dem Zupacken, das sofort erfolgt, noch 8 Minuten an Ort und Stelle sitzen, während welcher Zeit sie das Kügelchen mit den Klauen festhält, und trägt es dann erst zum Schlupfwinkel, wo sie es 21 Minuten lang bearbeitet.

An der Spinne Nr. V wurden zwei Versuche durchgeführt, die beide negativ ausfielen. Im einen Fall wurde das Kügelchen nach dreimaligem, im andern Fall nach zweimaligem Beissen im Netz liegengelassen. In dem einen der beiden Versuche handelte es sich um Bouillon, die dünner war wie in den übrigen Versuchen mit Fliegenbouillon.

R e s u l t a t . In 7 von den 10 Versuchen wurde die Atrappe von den Spinnen angenommen: sie wurde zum Schlupfwinkel getragen und hier ausgesogen. In den 3 übrigen Versuchen war das Resultat ähnlich wie bei den oben beschriebenen Versuchen mit aq. dest. und Leitungswasser. In 2 von diesen 3 Versuchen war die Bouillon dünner wie bei den übrigen Versuchen.

G e s a m t r e s u l t a t . Das Ergebnis aller dieser Versuche lässt sich wie folgt zusammenfassen: *Tegenaria* vermag zwischen aq. dest. und aq. dest. plus Fliegensaft s e h r w o h l z u u n t e r s c h e i d e n . Die Unterscheidung geschieht mit Sinnesorganen, die sich an den Mundwerkzeugen (Mandibeln, Maxillen, Ober- und Unterlippe, Tastern) befinden müssen, denn die Annahme, resp. Ablehnung der Kügelchen erfolgt stets nachdem einige dieser Teile mit der Flüssigkeit in Berührung gewesen sind. Man darf dabei, wenn auch mit einem gewissen Vorbehalt, wohl an-

nehmen, dass es sich um die Leistung eines chemischen Sinnes, wahrscheinlich von Geschmackssinnesorganen, handelt. Als einen unzweifelhaften Beweis für Chemorezeption können die Versuche deshalb nicht gelten, weil die verwendeten Flüssigkeiten sich nicht nur nach ihren chemischen Eigenschaften, sondern auch durch etwas verschiedene Viscosität von einander unterschieden. Ausserdem wurden die Bouillons nicht filtriert, sodass sie durch kleine, für die Spinne vielleicht ertastbare Fleischfetzchen und Chitinpartikelchen verunreinigt sein konnten.

B. Versuche mit Chinin- Kochsalz- und Weinsteinsäurelösungen.

Methodik. Bei diesen Versuchen handelte es sich darum, die Reaktion der Spinne auf reine Geschmacksstoffe zu untersuchen. Da mir dazu in erster Linie Stoffe zu Gebote standen, die, wie sich bei den Versuchen bald herausstellte, von der Spinne abgelehnt werden, eine solche Ablehnung von Stoffen die für die Spinne keinen Wert haben aber theoretisch nicht unbedingt auf einen von ihnen hervorgerufenen chemischen Eindruck zu beruhen braucht, sondern ebensogut ihre Ursache gerade darin haben kann, dass das Tier gar keinen chemischen Eindruck erhält, wurden sie einem Objekt beigegeben, dass unter normalen Umständen von der Spinne immer angenommen wird. Erfolgt jetzt eine Ablehnung, so kann diese nur durch einen chemischen Reiz, und zwar durch einen für die Spinne nicht angenehmen, verursacht sein.

Statt Holundermarkkügelchen wurden daher zu diesen Versuchen frisch getötete Fliegen gewählt, denen dann die verschiedenen Geschmacksstoffe beigegeben wurden. Als Versuchsstoffe kamen, als Vertreter der drei Geschmackskategorien „bitter“, „salzig“ und „sauer“, Chinin, Kochsalz und Weinsteinsäure zur Verwendung. Es wurden von diesen Stoffen Lösungen in destilliertem Wasser hergestellt, und nun die toten Fliegen wie folgt mit diesen Flüssigkeiten befeuchtet. Die Tiere wurden (immer nur ein Stück) zwischen Daumen und Zeigefinger der (vorher natürlich gut

gereinigten) linken Hand gehalten, während dann ein mit der Lösung durchtränkter Wattebausch mittels einer Pinzette über ihre Oberfläche hin und her bewegt wurde. Es wurde bei dieser Manipulation sorgfältig vermieden, die Fliege zu quetschen; denn es ist klar, dass ausgetretene Körpersäfte das Versuchsresultat hätten mit beeinflussen können. Die so behandelten, nass-feuchten Fliegen wurden dann aufs Netz deponiert und die Spinne in der üblichen Weise herbeigelockt. Nach Ablauf eines jeden Versuches wurde die Stelle des Netzes, an der die Fliege gelegen hatte, mit Hülfe einer Pippette mit Leitungswasser gereinigt.

Die Experimente wurden hauptsächlich an *Agelena labyrinthica* durchgeführt, während mit *Tegenaria domestica* und *derhami* nur einige Chininversuche vorgenommen wurden.

Die Reaktion auf die genannten Lösungen ist, wenn es sich um höhere Konzentrationen handelt, deutlich negativ. Als Beispiel sei hier folgender Versuch wiedergegeben.

Sp. Nr. XX. 5. VIII. 1927. 14 h. 50 wird eine mit 1 % Weinsteinsäurelösung befeuchtete tote Fliege ins Netz gebracht und die Spinne mittels einer lebenden, schwirrenden (mit einer Pinzette an einem Flügel gehaltenen) Fliege herbeigelockt. Sie kommt bis zur Fliege, der Tarsus ihres rechten Hinterbeines ruht auf der Fliege auf. So bleibt sie einige Sekunden sitzen, dann betastet sie die Fliege mit den Tastern, packt sie mit den Kieferklauen und trägt sie zum Schlupfwinkel (die Distanz „Fangstelle" — Schlupfwinkel beträgt ca. 20 cm). In dem Schlupfwinkel angelangt, lässt sie die Fliege sofort auf den Boden der Röhre fallen und läuft an die hintere Kastenwand, um hier die Mundteile am Holz abzufegen. In diesem Augenblick wird die Fliege vom Beobachter aus dem Netz entfernt. Gleich darauf bekommt die Spinne eine kleine normale Fliege zu fressen.

In dem dargestellten Versuch wird die nasse Fliege von der Spinne sofort mit den Klauen ergriffen. Dasselbe Verhalten zeigten alle Versuchstiere in den meisten dieser Experimente. Mitunter geschah es auch, dass die Spinne vor dem Zupacken einige energische Beissbewegungen machte, die ganz offensichtlich den Zweck hatten, das ungewohnte (nicht sofort als typisch erkannte ?) Objekt näher zu untersuchen. Die Klauen schienen dabei nicht in die Fliege einzudringen, sondern sie nur zu berühren. In andern Fällen wurde die Fliege nur mit den Mandibeln und Maxillen (und

vielleicht auch mit den Tastern) oder auch nur mit den Tastern berührt und dann weiter unbeachtet gelassen. Nur selten kam es bei diesen Versuchen vor, dass die Mandibeln und Maxillen an die nasse Fliege angepresst wurden (Unterschied gegenüber den Versuchen mit Holundermarkkügelchen !).

Dass die Spinne die bereits heimgetragene Beute plötzlich fallen lässt und sich an die Holzwand des Kastens begibt, um dort die Mundteile am Holz abzufegen, beweist, dass sie von der Fliege einen Eindruck erhalten hat, der ihr nicht angenehm ist. Nicht immer wurde die Fliege wie im dargestellten Versuch zunächst zum Schlupfwinkel getragen und dann erst fallen gelassen. Sehr oft auch liess die Spinne sie nach kurzem Beissen an Ort und Stelle im Stich, oder sie wurde auch unterwegs zum Schlupfwinkel fallen gelassen.

Namentlich in dem Abfegen der Mundteile an der Holzwand des Kastens, oder an dem Kartonrahmen, der den oberen Rand des Kastens bildet [1], kommt die Abneigung der Spinne gegen die betreffende Flüssigkeit deutlich zum Ausdruck. Sie versucht sich offenbar auf diese Weise der an den Mundteilen haftenden Flüssigkeit zu entledigen. Diese charakteristische Reaktion, die ich sowohl bei *Agelena* wie auch bei *Tegenaria* beobachtete, trat am konstantesten auf in den Versuchen mit konzentrierten Chininlösungen. In einigen Fällen wurden die Mundteile nicht an der Holzwand oder am Kartonrahmen, sondern am Netzgewebe abgefegt. Nach dem Abfegen läuft die Spinne in die Wohnröhre, und hier werden die Mundteile dann noch in der üblichen Weise geputzt (Unter- und Oberkiefer werden lebhaft hin und her und gegen einander bewegt). In einem Falle, wo die Spinne offenbar ziemlich viel von der Lösung (Chinin) an die Mundteile bekommen hatte, konnte ich beobachten, dass die Spinne während dieses Hinundherbewegens der Mundteile reichlich Speichel absonderte und dann den sich bildenden Schaum mit Hilfe der Kieferklauen von den Unterkiefern abstreifte und aufs Netz deponierte.

Kontrollversuche mit Fliegen, die mit Leitungswasser befeuchtet worden waren, verliefen stets positiv: die Fliegen wurden immer sofort angenommen und ausgesogen.

Die Frage nach der Art der beteiligten Sinneseindrücke lässt sich wie folgt beantworten. Es

[1] Beschreibung der Versuchskästen in Zeitschr. f. vergl. Physiol. 10, S. 530.

handelt sich bei diesen Versuchen um Lösungen, die höchstens für Tiere mit einem hochentwickelten Universalgeruchssinn, wie ihn z.B. manche Hunde besitzen, geruchlich wahrnehmbar und unterscheidbar wären. Dass aber die Spinne ein solch feines Wahrnehmungsvermögen für die verschiedensten Geruchsstoffe besitzt, die für sie ganz „unbiologisch“ sind, wird niemand für sehr warscheinlich halten. Wir dürfen im Gegenteil auf Grund unserer Erfahrungen annehmen, dass die zu diesen Experimenten verwendeten Lösungen für die Spinne vollkommen g e r u c h l o s sind. Bei der Wahrnehmung ihrer chemischen Qualitäten kann es sich demnach nur um eine G e s c h m a c k s e m p f i n d u n g handeln.

Ueber die Frage, ob die Spinne die verschiedenen Flüssigkeiten auch geschmacklich u n t e r s c h e i d e t, ist damit natürlich nichts gesagt. Dressurversuche, mit denen ich dieser Frage beizukommen versuchte, schlugen immer fehl (obgleich die Tiere gegenüber anderen Faktoren (Licht) durchaus dressur- und lernfähig sind — vgl. BARTELS l. c.). Das komplizierte Zusammenspiel der verschiedenen beim Beuteerwerb beteiligten Sinnesfunktionen scheint bei diesen Tieren das Zustandekommen einer Dressur auf chemische Reize sehr zu erschweren.

C. Versuche zur Bestimmung der Reizschwelle für Chinin-, Kochsalz- und Weinsteinsäurelösung.

M e t h o d i k. Die Methodik war für diese Versuche die gleiche wie für die oben geschilderten Experimente (vgl. S. 28-29). Um eine Gewöhnung an bestimmte Geschmackswirkungen, wie unwahrscheinlich sie auch nach den bisherigen Experimenten (vgl. oben) erscheinen mochte, auszuschliessen, gab ich meinen Tieren nach jedem einzelnen Versuch eine kleine Fliege zu fressen und überdies wurden pro Tag an einem und demselben Tiere nur ganz wenige (höchstens 5) Versuche vorgenommen. Die Möglichkeit einer Beeinflussung der einzelnen Versuche durch die vorhergehenden wurde so mit grösster Wahrscheinlichkeit ausgeschaltet.

Die Entscheidung darüber, ob ein bestimmter Versuch positiv oder negativ verlaufen sei, wurde wie folgt getroffen.

Als positiv wurde die Reaktion betrachtet in denjenigen Fällen, wo die Spinne die Versuchsfliege genau so wie eine mit reinem Wasser befeuchtete Fliege behandelte, d. h. sie sofort annahm und aussog.

Als negativ betrachte ich das Versuchsresultat, wenn die Spinne die Fliege, nachdem sie sie gebissen oder auch nur mit den Mandibeln und Maxillen berührt hatte, entweder an Ort und Stelle liegen liess, oder sie im Schlupfwinkel oder unterwegs zum Schlupfwinkel fallen liess. Die Fälle, in denen die Spinne die nasse Fliege im Stich liess, nachdem sie sie nur mit den Tastern berührt hatte, wurden hier nicht berücksichtigt, da sie keine sichere Deutung zulassen (vgl. S. 35). Bei den Versuchen mit schwachen Konzentrationen kam es vor, dass die Spinne eine einmal oder mehrmals gepackte und dann wieder fallen gelassene Fliege schliesslich doch annahm und aussog. Sie hatte sich hier also offenbar nach und nach an den ungewohnten Geschmackseindruck gewöhnt. Solche Fälle wurden als negativ notiert; denn aus diesem Zögern geht eben hervor, dass die Spinne einen unangenehmen Geschmackseindruck erhalten hat. Um zu verhüten, dass die Spinnen sich auf diese Weise allmählig an die verschiedenen Versuchslösungen gewöhnen würden, wurde in allen späteren Versuchen die Fliege aus dem Netz entfernt, sobald die Spinne zögerte sie anzunehmen.

Das Resultat dieser Versuche ist aus der gegnüberliegenden Tabelle (Seite 33) ersichtlich.

Ergebnis. Es geht aus diesen Experimenten mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit hervor, dass die Grenzkonzentration für Chinin zwischen $^1/_{36}$ % und $^1/_{60}$ % und für Kochsalz zwischen 3 % und 1 % liegt.

Ueber die Reizschwelle für Weinsteinsäure lässt sich auf Grund meiner Versuche nichts sagen.

Chinin

	% der Lösung	Anzahl der Versuche	positiv (angenommen)	negativ (abgelehnt)
Spinne Nr. XX	1/36	3		3
	1/42	4	2	2
	1/48	5	3	2
	1/60	2	2	
Spinne Nr. XVIII	1/12	1		1
	1/24	2		2
	1/36	1		1
	1/42	2		2
	1/48	3	3	
Total	1/12	1		1
	1/24	2		2
	1/36	4		4
	1/42	6	4	2
	1/48	8	6	2
	1/60	2	2	

Kochsalz

	% der Lösung	Anzahl der Versuche	positiv (angenommen)	negativ (abgelehnt)
Spinne Nr. XX	10	1		1
	5	1		1
	4	1		1
	3	2	1	1
	2½	3	2	1
	2	1	1	
	1	1	1	
Spinne Nr. XVIII	10	1		1
	3	1	1	
	2½	1		1
	2	1	1	
	1	2	2	
Total	10	2		2
	5	1		1
	4	1		1
	3	3	2	1
	2½	4	2	2
	2	2	2	
	1	3	3	

Weinsteinsäure

	% der Lösung	Anzahl der Versuche	positiv (angenommen)	negativ (abgelehnt)
Spinne Nr. XX	1	2		2
	1/2	6	2	4
	1/4	5	2	3
	1/6	9	8	1
Spinne Nr. XIX	1	5	1	4
	1/2	11	5	6
	1/4	3	2	1
	1/6	13	8	5
	1/8	2	1	1
Spinne Nr. XV	1/2	1		1
	1/4	2	2	
	1/6	6	3	3
Total	1	7	1	7
	1/2	18	7	11
	1/4	10	6	4
	1/6	28	19	9
	1/8	2	1	1

D. Amputationsversuche.

Um zu versuchen, den Sitz der Geschmacksrezeptoren näher zu bestimmen, wurden einige Versuche mit Tieren vorgenommen, denen einzelne Teile der Mundwerkzeuge [1] abgeschnitten worden waren. Die Experimente bestanden darin, dass den amputierten Tieren „Chininfliege 1“ ins Netz geworfen wurden. Ihre Reaktion auf solche „Beuteobjekte“ musste dann zeigen, ob sie trotz der Entfernung der betreffenden Mundteile noch Schmeckvermögen besassen. Die Chininlösung, mit der die zu diesen Versuchen verwendeten (toten) Fliegen befeuchtet wurden, hatte eine Konzentration von weniger als 1 %: sie schmeckte für unser Geschmacksorgan deutlich bitter. Die Methodik war im übrigen die gleiche wie sie für die unter B und C besprochenen Versuche geschildert wurde.

Die Amputation wurde mit Hülfe einer feinen Pinzettenschere unter dem Binokular vorgenommen, nachdem die Tiere mit dem Rücken nach unten auf eine Kork- oder Torfplatte fixiert worden waren. Letzteres geschah mit Hilfe von schmalen Stoffstreifen, die beiderseits über die Beine gespannt und dann mit Stecknadeln an die Unterlage festgesteckt wurden. In einigen Fällen auch wurden die Tiere in die Hand genommen und dann ohne Binokular die Operation ausgeführt.

Durch promptes Reagieren auf lebende Fliegen und Aussaugen der gefangenen Beuteobjekte bewiesen die Tiere, dass sie in ihrem Allgemeinbefinden durch die Operation nicht geschädigt worden waren.

a) *Versuche mit Tasteramputation.*

Zu diesen Experimenten wurden den Tieren die beiden Taster bis auf das erste Glied, das die Maxille trägt, abgeschnitten. Diese Operation wurde von allen Tieren gut überstanden.

Es wurden im ganzen, an 2 Tieren, 9 Versuche durchgeführt, die wie folgt verliefen.

[1] Eine Uebersichtsabbildung der Mundteile zeigt die Abb. 1.

Spinne Nr. IV (*Tegenaria derhami*, erw. Weibchen). 6 Versuche. In allen Fällen wird die Chininfliege abgewiesen. In 3 Fällen wird sie von der Spinne gebissen, in einem Fall ist es nicht sicher, ob die Spinne sie beisst oder nur mit den Mandibeln berührt und in den beiden übrigen Fällen macht die Spinne nur rasche Beissbewegungen, wobei die Klauen die Fliege nur zu berühren, dass heisst nicht einzudringen scheinen. Ob die Spinne in diesem letzteren Fall die Fliege auch noch mit den Maxillen berührt, ist ungewiss.

Spinne Nr. IX (*Tegenaria domestica*, erw. Weibchen). 3 Versuche. Die Chininfliege wird in allen 3 Fällen von der Spinne gebissen und dann im Netz liegen gelassen.

Resultat. In allen 9 Fällen ist eine Chemorezeption vorhanden. Die Tasteramputation hebt demnach das Vermögen der Spinne, den Chiningeschmack wahrzunehmen, nicht auf. Damit ist natürlich noch keineswegs gesagt, dass den Tastern die Fähigkeit Geschmacksreize zu perzipieren überhaupt abzusprechen ist. In diesem Zusammenhang sei die von mir öfters gemachte Beobachtung erwähnt, dass eine mit Chinin, Kochsalz oder Weinsteinsäure verekelte Fliege auf blosse Berührung mit den Tastern hin von meinen Versuchstieren abgewiesen wurde. Kontrollversuche, die ich in solchen Fällen mit toten Fliegen vornahm, die mit Leitungswasser befeuchtet worden waren, verliefen dagegen stets positiv. Als Träger von Chemorezeptoren wären die Taster ihrer Lage nach theoretisch sehr geeignet. Beim Fressgeschäft wird die Beute fortwährend mit den Tastern berührt.

b) *Versuche mit Amputation von Tastern, Maxillenspitzen und der Spitze der Unterlippe.*

Durch die Versuche mit Tasteramputation war bewiesen, dass sich Geschmacksrezeptoren an den übrigen Mundteilen (Mandibeln, Maxillen, Ober- und Unterlippe) befinden. Ich entfernte nun an einem Tier ausser den Tastern auch noch die vorderen, weisslichen Teile der Maxillen und der Unterlippe. Es konnte von den Unterkiefern nur die Spitze entfernt werden, weil die Tiere bei Amputation des ganzen Gliedes oder eines grossen Teiles desselben sehr bald eingingen. Es ist dies nicht zu verwundern, weil die Maxillen wegen den in ihnen gelegenen „Speicheldrüsen“ für die Nahrungsaufnahme eine sehr wichtige Rolle spielen.

Es wurden an diesem Versuchstier 3 Experimente vorgenommen. die Chininfliege wurde in allen 3 Fällen von der Spinne nach einmaligem kurzen Beissen im Stich gelassen.

Ergebnis aller Amputationsversuche. Weder durch Amputation der Taster, noch durch Entfernung der Taster und der Spitzen von Maxillen und Unterlippe wird das Schmeckvermögen für Chinin merkbar beeinflusst.

III. VERSUCHE MIT COCCINELLA.

Im folgenden sollen einige Versuche mit Coccinellen besprochen werden. die ich an *Tegenaria domestica* durchführte. Zu diesen Versuchen wurde ich durch die Beobachtung veranlasst. dass die Spinne eine ins Netz geworfene lebende *Coccinella* nicht packt und zum Schlupfwinkel trägt, sondern sie nach flüchtiger Berührung mit den Tastern und Mandibeln. oder auch mit den Tastern allein, im Netz liegen lässt. Zunächst wurde dieser Versuch viele Male und an verschiedenen *Tegenaria*-Individuen wiederholt. Als Versuchskäfer diente zu diesen Experimenten *Coccinella 7-punctata.*

Versuchstier Nr. VIII verhielt sich an den beiden an ihm durchgeführten Versuchen wie folgt. Es berührte in beiden Fällen die Deckschilder des Käfers kurz mit den Tastern und kehrte darauf zum Schlupfwinkel zurück.

Versuchstier Nr. X. 2 Versuche. In beiden Fällen berührt die Spinne den Käfer zuerst mit den Tastern und versucht dann zu beissen (1 und 9 Mal). wobei die Kieferklauen jedoch auf den glatten Deckschildern abgleiten. Darauf kehrt sie zum Schlupfwinkel zurück.

Versuchstier Nr. VII. 6 Versuche. Diese Spinne. deren Taster amputiert worden sind, reagiert wie folgt auf eine ins Netz gebrachte *Coccinella 7-punctata.* In 3 Fällen macht sie 1 Mal, in einem vierten Fall 2 Mal eine Beissbewegung. wobei die Klauen jedoch auf den Flügeldecken des Käfers abgleiten. In zwei von diesen 4 Fällen machte sie den Beissversuch nachdem sie den Käfer mit den Tarsenspitzen ihrer Vorderbeine berührt hatte; in einem der beiden übrigen Fälle hatte sie die Flügeldecken mit den ausgeschlagenen Klauen berührt, bevor sie die Beissbewegung

machte. Nach dem Beissversuch liess die Spinne den Käfer im Netz liegen und kehrte zum Schlupfwinkel zurück.

In den zwei weiteren Fällen kehrt sie zum Schlupfwinkel zurück, nachdem sie den Käfer nur mit den ausgeschlagenen Klauen berührt hat.

Versuchstier Nr. IX. 9 Versuche. An diesem (ebenfalls tasterlosen) Tier wurden folgende Beobachtungen gemacht.

In 4 Fällen macht die Spinne Beissbewegungen (1, 1, 3 und 2 Mal), in einem Fall nachdem sie den Käfer mit den ausgeschlagenen Klauen, in einem andern Fall nachdem sie ihn mit dem Tarsus eines Vorderbeines berührt hat. Jedesmal gleiten die Klauen auf den Elytren ab. In allen Fällen kehrt die Spinne nach dem Beissversuch sogleich zum Schlupfwinkel zurück.

In den 5 weiteren Fällen berührt die Spinne den Käfer nur mit den ausgeschlagenen Klauen (in einem Falle nachdem sie ihn mit den Tarsen ihrer Vorderbeine berührt hatte) und kehrt dann zum Schlupfwinkel zurück.

R e s u l t a t. 19 Versuche an 4 verschiedenen Spinnen. In allen Fällen wird der Käfer abgelehnt. Worauf beruht nun diese negative Reaktion ? In allen 19 Fällen erfolgt die Ablehnung, nachdem die Spinne die harten und glatten Deckschilder des Käfers berührt hat. Es wäre somit naheliegend, hier an eine Ablehnung auf Grund von tastlichen Eindrücken zu denken. Andererseits müssen aber auch chemische Reize (Geruch oder Geschmack) in Betracht gezogen werden. Die Coccinellen besitzen bekanntlich die Fähigkeit, an ihren Beingelenken ein (für uns) unangenehm riechendes Sekret austreten zu lassen. Welche von den beiden Möglichkeiten der Wirklichkeit entspricht, zeigt uns das Resultat der Versuche, die nachfolgend wiedergegeben sind. Statt unversehrten Käfern wurden zu diesen Versuchen Käfer verwendet, die i h r e r E l y t r e n b e r a u b t, im übrigen aber unversehrt waren.

V e r s u c h 1. Sp. Nr. X. (Die 2 an dieser Spinne durchgeführten Versuche mit einem unversehrten Käfer verliefen beide negativ; sie dienen hier als Kontrollversuche.)

Die Spinne macht zuerst eine rasche Beissbewegung, dann packt sie den Käfer in der Seite. Nach mehreren Sekunden lässt sie ihn wieder los, packt ihn beim Apex des Abdomens, lässt wieder los

und packt ihn dann beim Flügel. Sie hält das Insekt so mehrere Sekunden lang fest (der Käfer liegt jetzt auf dem Rücken). Dann macht sie 3 Mal hintereinander eine energische Beissbewegung, wobei die Klauen in Thorax und Abdomen des Käfers eindringen. Dann packt sie ihr Opfer in der Seite und versucht es fortzutragen in der Richtung des Schlupfwinkels. Dies gelingt ihr jedoch nicht, da der Käfer fest im Netz hängt. Dann fasst sie ihn beim Apex des Abdomens und fängt an diesen mit den Kiefern zu bearbeiten. Sie saugt den Käfer an Ort und Stelle normal aus.

Versuch 2. Sp. Nr. VII. (6 Versuche mit einem unversehrten Käfer verliefen alle negativ, vgl. oben.)

Die Spinne berührt den rechten Unterflügel des Käfers mit dem Tarsus ihres dritten rechten Beines, packt ihn dann nahe der Ansatzstelle der Flügel im Rücken und trägt ihn dann über eine Distanz von ca. 1½ cm in der Richtung des Schlupfwinkels fort. Dann lässt sie den Käfer fallen; sie bleibt über ihm sitzen, die Cheliceren hin und her bewegend. Hierauf folgt ein dreimaliger Beissversuch, wobei die Klauen jedoch nicht eindringen; dann packt sie den Käfer beim Apex des Abdomens und bearbeitet diesen mehrere Minuten lang mit den Cheliceren. Sie lässt das Insekt darauf wieder los und bleibt über ihm sitzen, die Maxillen hin und her und gegen die Mandibeln bewegend. Dann macht sie mehrere Male eine Beissbewegung, auch diesmal ohne dass die Klauen eindringen. Endlich fasst sie den Käfer wieder beim Apex des Abdomens und fängt an, diesen mit den Klauen zu bearbeiten. Nach ca. 2 Minuten trägt sie ihre Beute zum Schlupfwinkel und setzt hier die Bearbeitung fort. Der Käfer wird normal ausgesogen.

Ein dritter Versuch mit einem elytrenlosen Käfer — es wurden im ganzen 3 Versuche mit solchen Käfern durchgeführt — hatte einen negativen Verlauf: die Spinne machte zweimal hintereinander eine Beissbewegung, wobei die Klauen Kopf und Rücken des Käfers nur flüchtig berührten und kehrte dann zum Schlupfwinkel zurück, ohne den Käfer weiter zu beachten.

In Anschluss an diese Versuche sei die folgende Beobachtung angeführt.

Die Spinne Nr. VII packt einen auf dem Rücken liegenden unversehrten Käfer an der Unterseite (nachdem sie schon einmal einen Beissversuch gemacht hat, ohne dass jedoch die Klauen in

das Opfer eindrangen) und trägt ihn zum Schlupfwinkel. Hier bearbeitet sie ihn einige Zeit mit den Kiefern, trägt ihn dann aufs Netz heraus und lässt ihn etwa 5 cm vom Schlupfwinkel entfernt auf das Netz fallen. Die Spinne kehrt darauf zum Schlupfwinkel zurück und bewegt, als sie hier angelangt ist, die Kiefer hin und her.

In diesem Fall, wo der Käfer auf dem Rücken liegt und die Spinne die glatte Oberseite seiner Elytren also nicht berühren kann, wird er von ihr gepackt und zum Schlupfwinkel getragen! Diese Beobachtung bestätigt das Resultat der beiden oben besprochenen Versuche.

Dass die Spinne die Kiefer hin und her bewegt (siehe auch Versuch 2), ist ein deutliches Zeichen dafür, dass sie von dem Käfer einen unangenehmen Eindruck, wahrscheinlich einen chemischen Eindruck, erhalten hat (vgl. hierzu auch die Versuche mit Chinin-, Kochsalz- und Weinsteinsäurelösung, S. 30). Es ist wahrscheinlich das genannte Sekret, das diesen Eindruck hervorruft.

Resultat. In zwei von den drei Fällen wird der elytrenlose Käfer von der Spinne gepackt und ausgesogen. Damit ist bewiesen, dass der negative Ausfall bei den Versuchen mit unversehrten Käfern auf Tasteindrücken beruht, die die Spinne in diesen Fällen von den harten und glatten Flügeldecken erhält. Ob nicht die gleichen Käfer in gewissen Fällen doch auch wegen ihres offenbar einen unangenehmen chemischen Eindruck verursachenden Sekretes abgelehnt werden, muss vorläufig dahingestellt bleiben. Der Ausfall des zuletzt besprochenen Versuches wäre vielleicht in dieser Richtung zu deuten.

ZUSAMMENFASSUNG.

1. Genauere Beobachtungen über den Fressakt bei *Tegenaria domestica* (Cl.) haben ergeben, dass der Fressvorgang aus drei Phasen besteht, die sich in regelmässiger Sukzession rhythmisch wiederholen. Die Spinne lässt Verdauungssekret hervorquellen (1. Phase), dann wartet sie kurz oder bearbeitet die Beute mit den Kiefern (2. Phase) und fängt darauf an, die Flüssigkeit wieder aufzupumpen (3. Phase). Sofort nach Beendigung des Pumpens lässt sie wieder Sekret hervorquellen u.s.f.

2. Während des Fressaktes funktionieren die Borsten an den Spitzen der Unterkiefer und der Unterlippe als Reuseapparat: sie verhindern, dass grössere feste Partikelchen in die Mundhöhle hineingeraten.

3. Beim Pumpakt gelangt die Flüssigkeit durch den Gaumenkanal und nur durch diesen in die Speiseröhre.

4. Der untere Teil des Schlundeingangs ist während des Pumpens geschlossen. Seine Funktion bleibt noch zu untersuchen.

5. Die Ränder des Gaumenkanals stossen während des Pumpaktes zusammen. Dahingestellt bleibt, ob die Spinne die Fähigkeit besitzt, die Kanalränder auseinanderweichen zu lassen. Muskeln, die dabei als Antagonisten wirken könnten, sind vorhanden. Ausserdem verdünnt sich die Wand des Gaumenkanals in seinem hinteren Teile in der Sohle und so entsteht ein Gebilde, das an ein Scharniergelenk erinnert. Welchem Zweck aber das Oeffnen des Kanals dienen würde, ist nicht klar. Die zusammentretenden Ränder des Gaumenkanals stellen einen Seihapparat dar, der es der Spinne ermöglicht, feste Partikelchen, die in einer aufzunehmenden Flüssigkeit enthalten sind, in der Mundhöhle zurückzubehalten. Dieses Filter wird durch zwei Reihen feinster Oeffnungen gebildet, die links und rechts von der Berührungslinie der Kanalränder gelegen sind und dieser parallel verlaufen.

6. Die obere Gaumenplatte ist von einer grossen Anzahl Querfurchen durchzogen. Jede Querfurche endigt gegen den Rand des Gaumenkanals zu in einer Oeffnung des beschriebenen Seihapparates. Die Seitenfurchen sind wahrscheinlich als zuführende Kanäle zu den Löchern des Seihapparates zu deuten.

7. Versuche mit Holundermarkkügelchen, die in destilliertem Wasser und solchen die in Bouillon von frischem Fliegenfleisch getränkt worden waren, haben gezeigt, dass die Spinne diese Flüssigkeiten von einander unterscheidet. Die Unterscheidung geschieht mit Hilfe von Sinnesorganen, die sich an den Mundteilen befinden, und die wahrscheinlich dem Geschmackssinn angehören. Versuchstier: *Tegenaria domestica* (Cl.).

8. Aus Experimenten mit Fliegen, die mit Chinin-, Kochsalz- oder Weinsteinsäurelösung befeuchtet worden waren, geht hervor,

dass die Spinne für Chinin, Kochsalz und Weinsteinsäure Schmeckvermögen besitzt. Ob sie diese Stoffe auch von einander unterscheidet, muss dahingestellt bleiben. Die Reizschwelle für Chinin liegt ungefähr zwischen 1/36 und 1/60 % und für Kochsalz ungefähr zwischen 3 % und 1 %. Versuchstier: *Agelena labyrinthica* (Cl.).

9. Amputationsversuche an *Tegenaria domestica* (Cl.) und *Tegenaria derhami* (Scop.) zeigten, dass durch Entfernung der Taster und der vorderen Teile der Maxillen das Schmeckvermögen für Chinin nicht aufgehoben wird.

10. Versuche mit Coccinellen ergaben, dass diese Käfer von der Spinne abgelehnt werden und dass diese Ablehnung auf Grund von Tasteindrücken erfolgt, die die Spinne von den harten und glatten Elytren der Käfer erhält. Versuchstier: *Tegenaria domestica* (Cl.).

LITERATURVERZEICHNIS.

1923. Baltzer, F. *Beiträge zur Sinnesphysiologie und Psychologie der Webespinnen.* Mitt. Naturforsch. Ges. Bern.

1929. Bartels, M. *Sinnesphysiologische und psychologische Untersuchungen an der Trichterspinne Agelena labyrinthica* (Cl.). Zeitschr. f. vergl. Physiol. 10.

1885. Bertkau, Ph. *Ueber den Verdauungsapparat der Spinnen.* Arch. f. mikrosk. Anat. 24.

1924. Bonnet, P. *Sur la nature des aliments que les Araignées peuvent absorber et sur le sens du goût chez ces animaux.* C. R. Séances Soc. Biol., 91.

1901-1903. Bösenberg, W. *Die Spinnen Deutschlands.* Bibliotheca Zoologica 14. Stuttgart.

1924. Buddenbrock, W. von. *Grundriss der vergleichenden Physiologie.* Berlin.

1885. Dahl, F. *Das Gehör- und Geruchsorgan der Spinnen.* Arch. f. mikroskop. Anat. 24.

1885. —— *Versuch einer Darstellung der psychischen Vorgänge in den Spinnen.* Vierteljahrschr. f. wiss. Philosophie 9.

1923. Fabre, J. H. *Souvenirs entomologiques* IX. s., Ed. défin. ill. Paris, Delagrave.

1910. Forel, A. *Das Sinnesleben der Insekten.* München, E. Reinhardt.

1926. Frisch, K. von. *Vergleichende Physiologie des Geruchs und Geschmacks.* In: Handb. d. normalen u. pathologischen Physiol. 11. Berlin.

1923. Gerhardt, U. *Araneina, echte Spinnen.* In: Biologie der Tiere Deutschlands. Berlin.

1924. Köhler, O. *Sinnesphysiologie der Tiere.* In: Jahresbericht über die gesamte Physiologie. 1922.

1910. Lessert, R. de. *Araignées.* In: Catalogue des Invertébrés de la Suisse, fasc. 3. Genève.

1928. Meyer, E. *Neue sinnesbiologische Beobachtungen an Spinnen.* Zeitschr. f. Morphol. u. Oekol. d. Tiere. 12.

1894. Nagel, W. A. *Vergleichende physiologische und anatomische Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe, mit einleitenden Betrachtungen aus der allgemeinen vergleichenden Sinnesphysiologie.* Bibliotheca Zoologica 7. Stuttgart.

1887. Peckham, G. W. und E. *Some Observations on the Mental Powers of Spiders.* Journ. of Morphol. 1.

1921. Rabaud, E. *Recherches expérimentales sur le comportement de diverses Araignées.* L'année psychologique. 22e année.

1892-1903. Simon, E. *Histoire naturelle des Araignées.* Paris.